

IMPACTO EN SALUD POR LA CONTAMINACIÓN DE ORIGEN HÍDRICO EN LA PIEDAD, MICHOACÁN. UN ESTUDIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA.¹

Carlos Zarco Rodríguez²

Hilda R. Guerrero García Rojas³

Antonio Kido Cruz⁴

1. INTRODUCCIÓN

Trabajo que aborda la contaminación de uno de los ríos más importantes de México, el Lerma el cual es cloaca de muchas industrias de diversa índole y que atraviesa varios estados del país, que cuentan con numerosas poblaciones. Este río ha sido a través de los años una fuente importante para el desarrollo de la región centro-occidente de México.

La Piedad Michoacán es uno de los puntos del río más contaminados, con mayor contacto y cercanía de la población con este cuerpo acuífero. Se realiza un estudio de la afectación a la salud que repercute en la economía y desarrollo de muchas familias de esta región. Se analiza el grado de contaminación, descargas al meandro, viviendas cercanas al foco de afectación y los efectos en la salud humana de las personas que interactúan o se encuentran en contacto con la zona de contaminación.

Estos niveles de contaminación causan externalidades como el impacto en la salud humana, provocando cambios drásticos en las tasas de morbilidad debido al consumo de agua contaminada, se tienen que realizar gastos defensivos, así como también costos de mitigación como el gasto de tratamientos médicos.

El río Lerma, correspondiente al tramo que atraviesa a la zona urbana de La Piedad tiene una longitud de aproximadamente 12.5 km. Esta parte del río forma parte de la subcuenca Lerma, correspondiente a la Cuenca Lerma Chapala, en la cual se observa el avanzado deterioro del

¹ El presente corresponde a la modalidad reporte de tesis y presenta los resultados y conclusiones de la investigación de tesis titulada "Valoración Económica del Impacto en Salud por la Contaminación de Origen Hídrico en La Piedad, Michoacán", para obtener el grado de Licenciado en Economía que elaboró y sustentó Carlos Zarco Rodríguez bajo la dirección de la Dra. Hilda R. Guerrero García Rojas (hildaguerrero@fevaq.net). Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

² Pasante de Licenciado en Economía. UMSNH. Tel: (045) 443 135 3186. Correo electrónico: czarco@fevaq.net

³ Dra. en Ciencias Económicas por la Universidad de Toulouse. Profesor – Investigador de la Facultad de Economía. Universidad Michoacana. Tel (443) 322.3500 ext. 3087 y 3088, e-mail: hildaguerrero@fevaq.net

⁴ Dr. en Economía por la Universidad de Colorado, USA. Profesor – Investigador del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE). UMSNH. Tel (443) 316.3151 ext. 103. e-mail: akido42@hotmail.com

río, principalmente el tramo al cual hace referencia este trabajo. El deterioro de este tramo del río, denominado “meandro” aumenta al avanzar por los 12.5 km, parte de la degradación es generada en la misma zona urbana. Actualmente está convertido en un canal de desechos; la propagación de fauna nociva, abundante basura, mal olor y presencia de mosquitos han incidido fuertemente en problemas de salud pública en la región, principalmente aquella parte de la población que habita cerca de los márgenes del río.

El papel que juegan las externalidades en el impacto medioambiental determina la necesidad de que estas sean medidas, de manera que reflejen el costo social que produce la actividad económica. A través de una encuesta aplicada a los hogares en La Piedad se procede a conocer la situación de estas viviendas en varios aspectos y la forma en que tienen que asumir dicho problema, cuando se les presentan síntomas o enfermedades a causa de esta contaminación.

Se pregunta sobre cierta Disponibilidad a Pagar que pueden realizar estos hogares para mejoras en todos los aspectos del meandro, también paralelamente a través de cálculos econométricos y conociendo los gastos defensivos y de mitigación que realizan, se procede a obtener una DAP para contrarrestar dicho problema de contaminación.

Para finalizar se realizan conclusiones del estudio y se hacen recomendaciones útiles a este problema. Las estrategias que se propongan permitirán integrar a la dinámica urbana el meandro, lo cual generara un beneficio económico mediante el incremento de la plusvalía de la zona. Finalmente el saneamiento del cauce del Lerma dará a todos los habitantes del área una mejora en su calidad de vida.

2. ANTECEDENTES

El Río Lerma es el más largo de México. La importancia del río estriba en que es un ecosistema básico para las actividades humanas. Sin embargo, la mayor parte de sus aguas están contaminadas por ser utilizado como canal receptor de desecho por las ciudades y zonas industriales de Toluca y Salamanca, recordando que en esta última existe una refinería de petróleo. De acuerdo a estudios técnicos realizados, una de las zonas más contaminadas del Río Lerma es precisamente la parte que pasa por la zona urbana de La Piedad de Cadas y Santa Ana Pacueco. El equilibrio ecológico de la región se encuentra afectado por la drástica disminución de los cuerpos de agua. El crecimiento de zonas habitadas, la falta de planeación

urbana y el vertimiento clandestino de aguas negras sin tratamiento han incrementado los problemas. De acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2005), La Piedad de Cabadas tiene una población total de 78,361 habitantes. En el área de estudio están asentados 18,848 hogares y en promedio están habitados por 4.15 personas.

3. MARCO TEÓRICO

Azqueta (1994), afirma que estamos en presencia de una externalidad (economía externa), cuando la actividad de una persona o empresa repercute sobre el bienestar de otra (o sobre su función de producción), sin que se pueda cobrar un precio en uno u otro sentido.

Los recursos naturales carecen de precio, al no existir un mercado donde puedan ser intercambiados. No obstante, ello no quiere decir que carezcan de valor. Por lo tanto, es necesario contar con algún método que nos permita estimar dicho valor o contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, para lo cual será factible utilizar el dinero como denominador común.

MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA

Desde el punto de vista antropocéntrico, lo que da valor al medio ambiente y a los recursos naturales es la relación con el ser humano: las cosas tienen valor en cuanto y en la medida que se lo dan las personas. Además el medio ambiente tiene valor porque cumple una serie de funciones que afectan positivamente el bienestar de las personas que componen la sociedad (Azqueta, 1994).

Cualquier cambio que se produzca en la calidad ambiental, provoca una reacción, por ejemplo un aumento en la contaminación trae un efecto físico y esto implica una pérdida de bienestar económico. Estas son las llamadas Funciones Dosis-Respuesta, la cual explica las relaciones biofísicas entre ser humano y medio ambiente. (Field, 1995).

La valoración económica del medio ambiente arroja información sobre el valor monetario que los miembros de un determinado colectivo le otorgan a las distintas alternativas medioambientales con las que se les confronta, definiéndose esta, como un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costos derivados de algunas acciones tales como: uso de un activo ambiental, realización de una mejora ambiental, generación de un daño ambiental, entre otros.

Los métodos de valoración directa se basan en precios de mercado disponibles o en observación de cambios en la productividad. Se aplican cuando un cambio en la calidad ambiental o disponibilidad de un recurso afecta la producción o la productividad.

Los métodos de valoración indirecta hacen uso de los precios de mercado en forma indirecta. Estos métodos se usan cuando diversos aspectos o atributos de los recursos naturales o servicios ambientales no tienen precios reflejados en un mercado establecido. Entre los métodos agrupados bajo este criterio encontramos: precios hedónicos, diferenciales de salario y costo de viaje. Todos los métodos de valoración del medio ambiente se basan en la propensión a pagar de los individuos para tener, usar y mantener, o en la propensión a recibir para perder o sustituir.

Método de costos defensivos

Este método consiste en cuantificar los gastos que la gente hace con el propósito de evitar el daño de la contaminación y otras actividades ofensivas (Dixon et al, 1994). El principio de este método explica que el valor que las personas otorgan a la preservación del medio ambiente, refiere lo que ellos están preparados a gastar para prevenir su degradación, en otras palabras los gastos de mitigación pueden ser vistos como una demanda sustituta para la protección ambiental (Winpenny, 1997).

Según James (1994, p.261), existen tres variantes en este método:

1. Traslado, un caso donde las víctimas de un daño medioambiental, reemplazan su medio ambiente moviéndose lejos de la zona afectada (costo de reemplazo).
2. Sustitutos medioambientales, un caso en el cual los bienes y servicios son comprados como un sustituto para el servicio deteriorado, ejemplo compra de agua embotellada.
3. Proyectos sombra o compensatorios, un caso de costos de reemplazo en el cual el daño esperado de una actividad económica es mitigado por la inclusión de un proyecto que podría evitar la pérdida de los servicios medioambientales, ejemplo plantar árboles en zonas deforestadas, debido a la construcción de caminos, practicar obras de conservación de suelos en zonas con posibilidad de inundaciones, etc.

En muchos casos diferentes tipos de comportamiento preventivo, pueden darse simultáneamente y no solamente involucrar gastos en dinero, sino también costos de tiempo (costo de oportunidad) y otros recursos.

Método del costo de tratamiento: cambios en la tasa de morbilidad.

La morbilidad es definida como la pérdida de bienestar del estado físico y mental de las personas, resultado de una enfermedad o daño, de la cual el individuo afectado es consciente (Braden y Kolstad, 1998). De acuerdo Freeman (1993), el estado de morbilidad, desde el punto de vista del capital humano, sugiere la pérdida de ingresos que el individuo deja de percibir como resultado de la enfermedad, producida por factores medioambientales adversos. Según Azqueta (1994) este método parte del supuesto que una pérdida de salud le supone a la persona afectada e indirectamente a la sociedad una pérdida de bienestar que presenta los siguientes componentes:

- Los derivados del costo de hospitalización y tratamiento de la misma (incluyendo los costos de diagnóstico).
- Los días de trabajo perdidos y de actividad restringida, con el consiguiente perjuicio económico.
- El no poder disfrutar el tiempo libre.
- El costo que el propio malestar supone para la persona enferma.
- El costo de sufrimientos de parientes.

El método se basa en cuantificar los dos primeros costos ya que son fácilmente computables. Una vez obtenidas las funciones dosis-respuesta, se calcula el número de personas afectadas y el carácter de la incidencia (días de trabajo perdidos), aplicando a cada una de estas categorías el costo económico correspondiente, sumando para ello la partida relativa a los costos de diagnóstico y tratamiento para cada caso y se obtiene una aproximación del valor económico que representa el cambio en la tasa de morbilidad de la población afectada.

De acuerdo con Winpenny (1997), para los países en desarrollo algunas de las limitaciones de la aplicación de este método consisten en que los datos médicos son a menudo insatisfactorios

(muchas veces no son registrados) y no pueden apoyar los estudios epidemiológicos requeridos para este caso, además los prevalcientes niveles de pobreza, insalubridad y baja esperanza de vida en comunidades pobres tienen un número de causas interrelacionadas y es difícil aislar un solo agente causal. También el hecho de medir tiempos productivos e improductivos es usualmente difícil, en miembros de familias pobres, los cuales apenas contribuyen con algún tipo de actividad productiva. Otro factor importante de considerar es el difícil cálculo de costos, cuando las personas usan medicinas caseras o tradicionales, debido a escasos recursos económicos y médicos, tal como sucede en muchos países en desarrollo

4. MARCO METODOLÓGICO

Material de la Investigación.

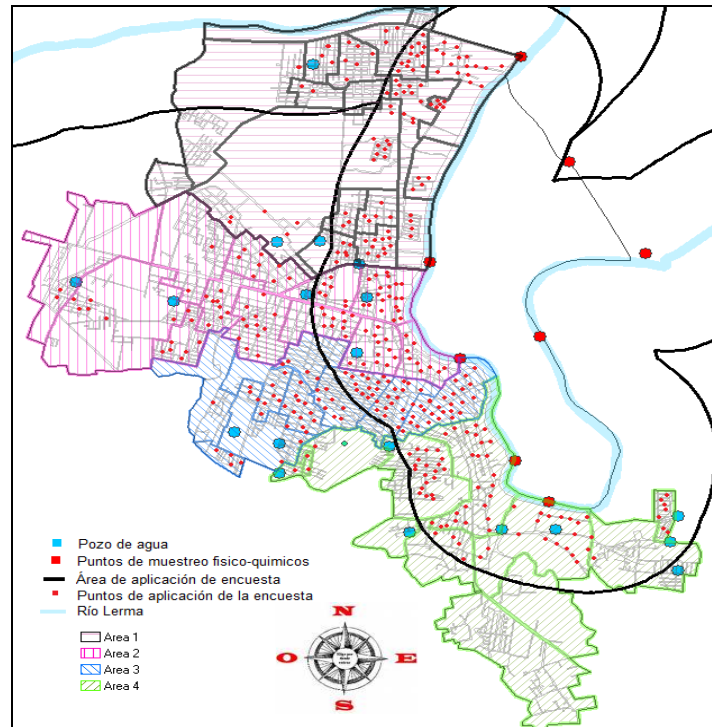
Algunos contenidos de los diferentes informes ejecutivos mensuales (abril a junio de 2009) del proyecto Lerma en sus diferentes disciplinas, se consideraron para tener un mejor contexto y panorama de la situación a estudiar.

Se realizó trabajo de campo mediante la aplicación de las encuestas directas (entrevistador-entrevistado) en la zona de estudio, esto en los hogares cercanos al río Lerma ubicados del lado de La Piedad, Michoacán. El cual se dividió en cuatro grandes áreas para aplicar cierta cantidad de encuestas en cada una.

También se utilizó el software IRIS-SCINCE para localizar geográficamente la zona de estudio, con dicho mapa se logró localizar las áreas de muestra a aplicar el cuestionario. Ver figura 1.

Complementariamente se tomaron algunas fotografías del objeto de estudio (meandro), también en las visitas previas a La Piedad se realizaron algunas grabaciones con las personas entrevistadas de las instancias oficiales que fueron visitadas.

Figura 1. Área de estudio de la investigación



Fuente: Elaboración a partir de Iris Scince INEGI 2005.

Especificación del Modelo

Con el fin de valorar el efecto de la calidad del agua sobre la salud de la familia, se utiliza la enfermedad en las familias (morbilidad) como variable dependiente. Esta variable resume todos los efectos a la salud de la familia, correspondiendo a la fracción de enfermos dentro de la misma. La salud a la cual la familia quiere llegar estará en función de sus ingresos, asumiendo que un mayor ingreso en la familia redundará en un mayor número de acciones defensivas y por lo tanto un menor número de enfermos.

Se espera, de acuerdo a la anterior afirmación que el signo del coeficiente del ingreso sea negativo. También, dependerá de las acciones defensivas que las familias toman para evitar la enfermedad, para este caso particular, y tomando en cuenta que opciones como filtrar y purificar, son acciones practicadas de manera poco frecuente por la población, se toma como acción defensiva más representativa el hervido del agua. Se incluye también el costo asumido por la familia en actividades defensivas y mitigadoras; un mayor costo implicará que la familia actualmente presenta un alto grado de morbilidad dadas las condiciones en la que consume el

agua y/o el deterioro del stock de salud de la familia por falta de prevención. Por el tanto, se espera que el coeficiente del gasto en acciones defensivas y mitigadoras ($CTOTAL = Mit * Q + Def * P$) sea positivo.

Se plantean algunas de las formas funcionales de la utilidad indirecta V , compatibles con la teoría de la maximización de la utilidad propuestas por Hanemann (1989), entre las que se tiene:

1. $\Delta V = \alpha - \beta_1 C_{total}$

2. $\Delta V = \alpha - \beta_1 C_{total} + \beta_2 Ingreso + \sum_{i=3}^5 \beta_{ij} S_i$

3. $\Delta V = \alpha - \beta_1 C_{total} + \sum_{i=3}^5 \beta_{ij} S_i$

Tamaño de la Muestra

La población estudiada, estuvo constituida por el total de hogares de La Piedad de Cabadas, Michoacán, tanto los hogares cercanos a los márgenes del meandro como algunos más lejanos, donde en algunos casos no cuentan con un servicio de agua potable y alcantarillado digno. La unidad de análisis fueron los hogares, y la unidad de muestreo fue el jefe o jefa de hogar, o en su defecto alguna persona adulta del hogar y con conocimiento de las preguntas realizadas.

La población calculada como muestra representativa estuvo constituida por 391 hogares. La información fue recolectada del 10 al 14 de octubre del 2009, mediante la aplicación de una encuesta estructurada, realizada a las personas responsables del hogar.

Definición de Variables

Las variables utilizadas para la estimación del modelo son las siguientes:

Costos Defensivos (CDEF): Variable que representa los costos totales de prevención y mitigación ante casos de enfermedades de origen hídrico. Se espera que esté en relación directa a la probabilidad de morbilidad. En dicha variable se encuentran incorporados los costos en agua embotellada, el costo de hervir agua, el costo de desinfectar alimentos y el gasto en insecticidas.

Calidad 1 (CALID1): Toma el valor de 1 si el encuestado ha apreciado algún color u olor distinto al normal en el agua y toma el valor de 2 en caso contrario.

Calidad 2 (CALID2): Variable que toma la percepción de la gente en cuanto aceptación del agua que utilizan, dando valor de 1 si el encuestado ha apreciado como muy buena dicha calidad, 2 si es buena y 3 si el agua es aceptable para realizar sus actividades.

Hierve (HIERVE): Variable que toma el valor de 1 si el hogar utiliza este método de defensa ante la mala calidad del agua. En caso contrario el valor de la variable es 0.

Morbilidad (MORB): Variable que indica la probabilidad que un individuo se enferme en el hogar por el consumo de agua de mala calidad. Dando el valor de 1 si se enferma y de 0 en caso contrario.

Edad (EDAD): Variable que representa la edad en años del entrevistado. Se espera que pueda influir negativamente en la DAP, debido a que personas mayores tienden a participar menos en programas de educación en higiene y uso de agua de consumo humano.

Sexo (SEXO): Variable binaria que representa el sexo del entrevistado. Toma el valor de 1 si es de sexo masculino y 0 si es de sexo femenino. Estudios previos señalan que el sexo femenino tiende a indicar mayores probabilidades de DAP.

Educación (EDU): Variable categórica. Se espera que su influencia sea positiva sobre la DAP. Una persona más educada, tomará mayores medidas preventivas para evitar enfermarse por consumir agua de mala calidad. Las personas sin educación se les da el valor de 1, con primaria 2, con secundaria 3, las que cuentan con bachillerato 4, con nivel universitario 5 y posgrado 6.

Ingreso (ING): Variable continua que representa los ingresos mensuales totales del hogar. Se hacen rangos dando 1 al ingreso inferior a los 2000 pesos, y así sucesivamente hasta llegar al rango 12 que es para los que perciben un ingreso mensual superior a los 25,000 pesos.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Calidad del agua de uso y consumo humano en los hogares.

No sólo es necesidad en los hogares el contar con el servicio de agua potable, sino que dicha agua que les llega sea buena para realizar todas sus actividades, de otra manera solamente se podría utilizar para cuestiones básicas como el aseo del hogar. En 36 hogares cuentan con una calidad de agua muy buena, tal es el caso que la pueden beber de la propia llave; 248 que

(representa el 62%) la calidad del vital es buena, se puede usar para cocinar y limpieza del hogar; y en 114 hogares respondieron que el agua que les llega es aceptable para realizar la limpieza y uso personal, no así para beber directamente o cocinar.

Depósito de agua en viviendas.

La mayoría de viviendas encuestadas cuenta con un depósito para almacenar su agua, de los 400 casos, 354 hogares cuentan con alguna estructura contenedora, mismos que respondieron cuentan con red de agua potable, esto es el 88.5%. Los hogares que tienen tinaco tapado son 213 representado la mayoría de hogares con el 54%, 5 hogares tienen tinaco destapado, 136 cuentan con cisterna tapada y 36 hogares manifiestan no contar con ninguna de las anteriores. Otros 10 hogares no respondieron a esta cuestión.

Disposición a Pagar por el método de valoración contingente.

A las personas se les hizo saber de ciertas acciones para la conservación y cuidado del río Lerma en su tramo por su localidad. Todo esto bajo una situación hipotética, de acuerdo con la metodología de la valoración contingente. Se les dio a conocer la idea en base a un dibujo ilustrado.

Se les preguntaba de cierta cantidad (10, 20, 30, 50 y 75 pesos), estos respondían si la podrían aportar, a los que respondían no poder dar dicha cantidad, se les hacia la pregunta abierta de la DAP que manifiestan aportar dentro de sus posibilidades. Los resultados se muestran en el cuadro 1:

Cuadro 1. Disposiciones a Pagar

DAP	SI	NO	DAP SI EN DINERO
10	71	6	710
20	50	12	1000
30	66	5	1980
50	64	15	3200
75	32	34	2400
	283	72	9290

Fuente: elaboración propia de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta aplicada.

En total las personas que participaron en esta interrogante independientemente de su respuesta sí o no a determinada cuota/cooperación fueron 355, siendo el 88.75% del total entrevistado.

Dentro de los que si responden a las cantidades establecidas se obtiene, una DAP promedio, se divide el total en dinero 9,290 pesos entre los que responden sí que son 283 hogares dando como resultado **32.8268551**.

Las respuestas no favorables fueron 72, aunque cabe destacar que la mayoría de ellas se encuentran en la cifra de 75 pesos (34 casos). Fueron 68 personas las que respondieron estar dispuestas a aportar otras cantidades dando un total de 2,740 pesos resultando una DAP de **40.2941176** por mes.

Compra de agua embotellada por los hogares encuestados.

Fueron 385 hogares (más del 96% del total entrevistado), los que dicen adquirir agua embotellada de las diferentes empresas. Estos hogares en su totalidad compran 1120.5 garrafones de agua por semana, dando un promedio semanal por hogar de 2.910. Para obtener el precio por garrafón, se les preguntaba de su costo dando varios resultados, para lo cual se obtuvo un promedio de 17.89 pesos por garrafón de agua de 20 litros. Con este precio promedio se obtuvieron los diferentes gastos, tanto semanal como mensual (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Compra de Agua Embotellada

Cantidad total de garrafones comprados	1120.5
Promedio garrafones por hogar	2.91038961
Precio promedio garrafón de agua	17.8905325
Gasto semanal total hogares	20046.3417
Gasto semanal promedio de agua por hogar	52.06842
Gasto mensual total de hogares	80185.3668
Gasto mensual promedio por hogar	208.27368

Fuente: elaboración propia en base en los resultados obtenidos en la encuesta aplicada.

Propagación de mosquitos a causa de la contaminación del Río Lerma.

Otro factor que afecta a las familias en las cercanías del río, es la propagación de mosquitos, los cuales pueden ser portadores de importantes enfermedades, además de ser molestos durante las noches, impidiendo muchas veces descansar lo suficiente. En su mayoría, 387

hogares afirman que los mosquitos son ocasionados por la contaminación del meandro; solamente el 3% (13 hogares) dicen que los mosquitos no son originados por la contaminación del río mencionado.

Uso de insecticidas en los hogares.

Más de la mitad de los hogares usan insecticidas, en 211 hogares (un 53%) utilizan dichos productos. Hay hogares que llevan aplicando dichos productos desde hace 20 y hasta 30 años, pero el promedio general es de 5.53 años. En cuanto a la frecuencia con que se usan, la mayoría los utilizan en temporada de mosquitos, variando su uso desde los que los utilizan a diario, cada tercer día u ocasionalmente.

De las personas que respondieron utilizar insecticidas 68 afirmaron que les han causado algunos síntomas y/o enfermedades, como son: malestar de garganta, dolor de cabeza, asma, alergias, problemas respiratorios, leucemia, y algunas otras.

Solamente en 11 casos nos mencionaron los costos en que incurren por las enfermedades por consecuencia de uso de insecticidas. Algunos otros dicen no saber su gasto/costo, otros mas no se atienden por ser leve el problema y otros se atienden en instituciones públicas. El promedio de gasto en recuperación o enfermedad se refiere a cada vez que se presenta esta.

Utilizando ese promedio de gasto (263.63) por cada evento de enfermedad o síntoma, se obtiene el gasto total de los 68 casos reportados resultando de **17,927.27** pesos.

En cuanto al costo defensivo que realizan los hogares en la compra de insecticidas, por ser diferente su uso de hogar en hogar, existen diferentes costos que van desde los 10 pesos hasta los 200 pesos mensuales; el promedio por hogar de los 211 que los utilizan es de 49.18 pesos dando una suma total de 10,378 pesos en esta medida de protección.

Gasto en hervir agua para sus diferentes funciones.

Otra medida utilizada como defensa y protección de los integrantes del hogar es el hervido de agua para consumo y uso humano. En 125 hogares, lo que representa el 31.25%, realizan dicha actividad, con un gasto promedio mensual de 150.28, alcanzando la cifra total mensual de 18,785.1941 pesos, mismos que gastan principalmente en gas para realizar dicha acción.

Gasto en la compra de desinfectantes de agua.

Además de la utilización de estos productos para mantener en mejor estado el agua, también lo ocupan en desinfectar frutas y verduras, así como en las labores de higiene del hogar. Los principales productos que adquieren son cloro, microdin, sal y cal. Este representa el gasto menos costoso de los que realizan, llegando a la suma total mensual de 3,223.4 pesos en los 142 hogares que los usan, con un gasto promedio de 22.7 pesos.

Gastos defensivos totales en los hogares encuestados.

Se realiza la suma del total de gastos defensivos/mitigadores que presentaron los hogares encuestados, cifra que bien podría ser menor o casi nula, si el medio ambiente de la zona fuera de mejores condiciones (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Gastos Defensivos

Gasto mensual compra de agua embotellada	80,185.3668
Gasto mensual compra de insecticidas	10,378
Gasto personas enfermas por uso de insecticidas	17,927.2728
Gasto mensual hervir agua	18,785.1941
Gasto mensual desinfectantes	3223.4
Suma gastos defensivos	130,499.234

Fuente: elaboración propia de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta aplicada.

Disposiciones a pagar de los encuestados y de la zona de estudio.

Utilizando la disposición a pagar promedio obtenida de manera abierta, se establecen los cálculos para las demás posibles cantidades que se podrían aportar en base a esa tarifa (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Posibles Aportaciones DAP.

DISPOSICIÓN A PAGAR PROMEDIO MENSUAL	40.2941176
Disposición a pagar total mensual hogares encuestados	16,117.6471
Disposición a pagar total mensual hogares La Piedad	759,463.529
Dap anual promedio por hogar	483.529412
Dap anual total viviendas encuestadas	193,411.765
Dap anual total hogares La Piedad	9,113,562.35

Fuente: elaboración propia de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta aplicada.

El 14% de los encuestados (56 hogares) contestaron que algún miembro del hogar había tenido una enfermedad de las mencionadas en los quince días anteriores a la entrevista y en un mes previo a la realización de la encuesta (ósea septiembre de 2009).

Se les preguntó, si los miembros del hogar han padecido alguna de las siguientes enfermedades: neurocisticercosis, escabiosis, diarrea. En total se registraron 88 personas enfermas, una de neurocisticercosis, siete de escabiosis y 80 de diarrea (54 de diarrea en los quince días anteriores y 26 durante el mes de septiembre).

Cabe destacar que de los enfermos reportados, 15 son menores de cinco años, lo que representa el 17% del total, siendo considerable la población infantil que ha enfermado por la contaminación del elemento hídrico.

Además se preguntó los lugares a los cuales acude la gente para atenderse cuando caen en situaciones de enfermedad. Gran porcentaje, el 26% respondió que se auto medican con algún tratamiento o con algún remedio casero. El 19.29% acuden a algún centro de salud dependiente de la SSA. Les siguen los que asisten con algún médico o institución particular con el 14%. Con menor porcentaje de asistencia continúan, IMSS ordinario con el 12%, ISSSTE con el 10.52%, consultorios de farmacias similares con 5.26%, Seguro Popular 3.5%, Hospital Regional e IMSS OPORTUNIDADES con el 1.75% en ambos casos.

En el total de hogares que se encuestaron, se contabilizaron 1771 personas, 88 personas que son las enfermas, representa el 4.96% del total.

Análisis Econométrico de Resultados.

En el cuadro 5 se muestran las estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en los modelos econométricos. En esta se puede apreciar que la media del costo defensivo total es de \$272.84 pesos al mes. Asimismo, con respecto al ingreso, se tiene que el ingreso familiar promedio es de \$3,187.50 pesos mensuales.

Cuadro 5. Estadísticas Descriptivas

Variable	Media	Std. Dev.	Máximo	Mínimo	Casos
Morbilidad	0.140625	0.348088	1	0	384
Costo Defensivo Total Semanal	68.21	36.96487	295.1775	3.75	384
Costo Defensivo Total Mensual	272.84	147.8595	1180.71	15	384
Costo Defensivo Semanal Sin	61.7419	35.72108	290.1775	0	384
Gasto en Insecticidas					
Costo Defensivo Mensual Sin	246.9676	142.8843	1160.71	0	384
Gasto en Insecticidas					
Ingreso	3.1875	2.137872	12	1	384
Hierve	0.34375	0.475579	1	0	384
Calidad 1	1.908854	0.288192	2	1	384
Calidad 2	2.203125	0.578456	3	1	384
EDAD	45.93229	14.88776	87	15	384
SEXO	0.283854	0.451455	1	0	384
Educación	2.815104	1.146993	6	1	384
Costo Defensivo Semanal Sin	17.60091	22.17291	153	0	384
Gasto en Agua Embotellada					
Costo Defensivo Mensual Sin	70.40365	88.69166	612	0	384
Gasto en Agua Embotellada					

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados econométricos son presentados en el cuadro 6 para los diferentes modelos estimados, obteniéndose como resultado una Disponibilidad a Pagar (DAP) de las familias del área de La Piedad de \$1032.73 pesos mensuales.

Cuadro 6. Resultados Econométricos

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
	Morbilidad	Morbilidad	Morbilidad
CONSTANTE	-2.319301 (-7.727237)	-1.629675 (-2.677451)	-0.781549 (-0.915696)
Costo Defensivo Mensual	0.001756 (2.000795)	0.001890 (2.045767)	0.001905 (2.100400)
Calidad 1			-0.766391 (-1.819274)
Hierve		-0.372169 (-1.125171)	-0.419418 (-1.272161)
Edad		-0.014156 (-1.322364)	
Ingreso		0.008084 (0.117626)	
Log Likelihood	-157.3819	-152.7574	-154.8967
DAP	1320.786446	1062.389418	1032.733858

Fuente. Elaboración propia.

En los anteriores modelos no se utilizaron ciertas variables que estuvieron contempladas en la encuesta como son: costos defensivos semanales, calidad 2, sexo y educación; esto por no dar los parámetros necesarios para la aceptación de determinado modelo econométrico.

Analizando cada uno de los modelos del cuadro anterior se realizó la selección del modelo final, tomando como criterio el mayor estimador de verosimilitud (Log- Likelihood), así como la coherencia en la validez teórica de los signos esperados de las variables explicativas, eligiéndose por tanto, el modelo 3.

Se puede observar que la validez teórica de los signos de cada coeficiente está de acuerdo a lo esperado. Así por ejemplo, la variable Calidad 1 presenta un signo negativo, es decir, esto indica que a mayor calidad en el agua de consumo humano la probabilidad de morbilidad disminuye. Asimismo, se observa que una mayor probabilidad de morbilidad implica mayores gastos de prevención y mitigación, tal como se deduce del signo positivo del coeficiente que

acompaña a la variable CDEF MES. Igualmente, con respecto a la variable hervir el agua (HIERVE), se observa que la probabilidad de morbilidad disminuye en la medida que la calidad del agua mejora, y cuando los hogares utilizan como medida preventiva el hervido del agua, situación que se encuentra reflejada por el signo negativo del coeficiente que acompaña a esta variable.

Por otro lado, a pesar de verificarse los signos esperados en el modelo, se puede observar que únicamente son significativos en el modelo los coeficientes de las constantes y las variables costos defensivos (CDEF) y de calidad (CALID1), las cuales estarían explicando el modelo econométrico estimado.

Estimación de la Disposición a Pagar (DAP).

La estimación de la DAP se realizó de acuerdo al procedimiento planteado por Ardila (1993), utilizándose un modelo Logit lineal, cuyos coeficientes estimados con este modelo, presentan siempre una menor desviación estándar con respecto a los encontrados con el modelo Probit.

La fórmula para estimar la disponibilidad a pagar media para este modelo es:

$$DAP = - \frac{\beta_0 + \beta_2 HIERVE + \beta_3 CALID1}{\beta_1}$$

$$DAP = - \frac{\alpha}{\beta_1}$$

El signo negativo presente en la DAP se debe al hecho que siempre el coeficiente β_1 debe ser negativo pues señala la relación inversa que existe entre el costo total de prevención y mitigación y la probabilidad de enfermarse (morbilidad). Por otro lado, el numerador siempre es positivo, por consiguiente, para que el resultado (la disponibilidad a pagar media en términos monetarios) no sea negativo se adiciona el signo negativo.

Las variables incluidas en el numerador conforman una matriz de coeficientes, en el modelo se le llama α . El denominador, β_1 siempre va a ser el coeficiente que acompañe a la variable DAP. Las variables incluidas en la matriz son evaluadas en sus valores promedio.

La Disponibilidad a pagar (DAP) de las familias del área de La Piedad de \$1032.73 pesos mensuales, puede verse un poco elevada con respecto al ingreso de muchos hogares, donde apenas llegan a los \$2000.00 pesos mensuales; pero hay que considerar que esa cantidad es

la que queda demostrada a través del modelo elaborado, esto con base a la información que fue obtenida en la encuesta, donde se preguntó en los hogares todos los costos/ gastos en que incurren a causa de la contaminación y mala calidad del agua de la zona.

Para una mayor explicación acerca de la DAP, se procede a obtener cuatro disposiciones a pagar, esto se hace calculando el porcentaje promedio de cada uno de los gastos defensivos y su proporción correspondiente; la compra de agua embotellada representa el gasto mas considerable con un 76.23%. La acción de hervir agua para su consumo o uso representa un gasto del 11.20%, la utilización de cloro, lejía o algún otro producto como desinfectante en agua, frutas y verduras, apenas llega al 2.38% y por último el gasto en compra de insecticidas equivale el 10.17%.

Para obtener cada Disposición a Pagar se realiza una multiplicación de la DAP total por el porcentaje de cada gasto defensivo.

- DAP compra de agua embotellada:

$$1032.733858 (0.762337235) = \mathbf{787.2914738}$$

- DAP gasto hervir:

$$1032.733858 (0.112048246) = \mathbf{115.7160174}$$

- DAP gasto en cloro, desinfectantes:

$$1032.733858 (0.0238986783) = \mathbf{24.68097424}$$

- DAP gasto en insecticidas:

$$1032.733858 (0.101715841) = \mathbf{105.0453929}$$

La compra de agua embotellada no se considera un gasto defensivo puro, ya que las personas aún estando el río limpio, seguirían comprándola, lo mismo se puede decir del hervido del agua.

Entonces los gastos que se pueden vincular o ahorrarse de darse el proyecto de rescate y conservación del Lerma serían los gastos en desinfectantes e insecticidas, en estos dos gastos se obtiene una Disposición a Pagar de **\$129.72** pesos mensuales por vivienda.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través del método de valoración contingente se obtuvieron dos diferentes Disposiciones a Pagar, una donde se les pregunta de cierta cantidad establecida, se realizó de esta manera

para conocer la respuesta ante cantidades mínimas y ante cantidades un poco mayores; en dicho segmento se obtuvo una DAP de 32.82 pesos mensuales.

La segunda Disposición a pagar que se obtuvo de manera directa, se considera más idónea, ya que es abierta la respuesta y no esconde el verdadero aporte que podría realizar cada hogar. Bajo esta modalidad se obtuvo una DAP promedio mensual de 40.29 pesos. Esta multiplicada por los 18,848 hogares de La Piedad de Cabadas da el total de 759,463.52 pesos mensuales, con dicho monto se puede ofrecer y concretar un buen proyecto de rehabilitación y conservación del río Lerma en esta zona.

A través del modelo econométrico se obtuvo una tercera DAP, la cual parece un tanto elevada pero incorpora el total de gastos defensivos que realiza cada hogar. La disposición a pagar fue de 1032.73 pesos mensuales por hogar, pero si se utilizan solamente los gastos que tienen total relación con la contaminación del río sería de 129.72 mensuales.

El total de enfermos que contabilizamos fue de 88 casos, determinar sus gastos de tratamiento es algo difícil, por varios factores que hemos explicado. Aun así con los datos obtenidos e incluyendo los gastos defensivos (compra de agua, hervido de agua, compra de insecticidas y desinfectantes) se realizan costos en esta población estudiada de 130,499.234 pesos mensuales. Podría simplificarse esta cifra restando el gasto en la compra de agua embotellada, por no ser un gasto defensivo puro, quedando la cantidad de 50,313.86 pesos en esta población estudiada.

Utilizando la disposición a pagar de 40.29 pesos mensuales y multiplicados por el número de viviendas entrevistadas arroja la cantidad de 16,117 pesos, mismos que podrían ser aportados como reemplazo de los gastos defensivos actuales que se presentan, que superan los cincuenta mil pesos arriba mencionados, con esto se realizaría un importante ahorro económico y al mismo tiempo se le haría frente al problema de contaminación hídrica presente en el río Lerma desde hace varios años.

Las variables utilizadas para la realización del modelo econométrico, fueron corridas y arrojaron medias que son considerables y viables de aportar por los hogares. Y siendo estas quizás las verdaderas cantidades que se deberían aportar para gozar de un entorno sano.

La media mensual obtenida que incorpora el total de gastos defensivos por hogar arroja la cantidad de 272.84 pesos mismos que resulta una cifra más coherente y con posibilidad de

aportar de parte de los afectados. Quitando el gasto respectivo al gasto en agua embotellada da la cantidad de 70.40 pesos mensuales dando una cifra muy aceptable. El dotar de agua de óptima calidad es un asunto que se tendría que plantear con el organismo municipal de agua potable. En caso de que fuera este organismo el encargado de dirigir las acciones en rescate y mejora del río Lerma, sería más posible, incorporar un proyecto para garantizar el suministro de agua de muy buena calidad para la población.

BIBLIOGRAFÍA:

Ardila, Sergio. (1993). "Guía para la utilización de modelos econométricos en aplicaciones del método de valoración contingente." Environment Division Working Paper ENP-101. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank.

Azqueta, O. Diego (1994). Valoración Económica de la Calidad Ambiental, Ed. Mc Graw Hill, Madrid, España.

Braden J. B & Kolstad C. D. 1998, Contributions to Economic Analysis: Measuring the Demand for Environmental Quality. North - Holland.

Dixon, J., A.; Fallon, L.; Carpenter, R.; Sherman, P., 1994. Análisis Económico de Impactos Ambientales. Ed. por Robert Hearne y Mario Piedra, Turrialba, Costa Rica, p. 58-68.

Field, B.C. 1995. Economía Ambiental. Una introducción. Traducido por Leonardo Cano. Mc Graw Hill / Interamérica. Colombia. 587p.

Freeman, A. M., 1993. The Measurement of Environmental and Resource Values. Theory and Methods. Resources for the Future Publications, Washington, D.C., p. 340-360.

Hanneman, W. M. (1989). Welfare Evaluations in Contingent Valuation with Discrete Response Data: Reply. American Journal of agricultural economics. Vol. 71. November. Pags. 1057-1061.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). II Censo de Población y Vivienda 2005.

INEGI, (2005b). Información Referenciada geoespacialmente Integrada en un Sistema y el Sistema para la Consulta de Información Censal (IRIS – SCINCE).

James, D. 1994. The Application of Economic Techniques in Environmental Impact Assessment. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, p. 256-270.

Winpenny J. T. (1997). Demand Management for Efficient and Equitable Use in Water: Economics, Management and Demand, (Eds.) Kay M. Franks and Smith L.E & FN, Spon, London.